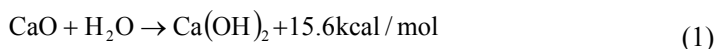


攪拌による室内エージング処理過程を経た製鋼スラグの pH 低減効果の確認

大分工業高等専門学校	正会員	○佐野 博昭	大分工業高等専門学校	学生会員	麻生 更紗
福井工業高等専門学校	正会員	山田 幹雄	新日鐵住金 (株)	非会員	柏原 司
新日鐵住金 (株)	非会員	金子 敏行	新日鐵住金 (株)	非会員	古川 幹人
新日鐵住金 (株)	非会員	原 良治	新日鐵住金 (株)	非会員	澄川 圭治
新日鐵住金 (株)	非会員	佐藤 庫一	日鉄住金スラグ製品 (株)	非会員	中村 貴敏

1. まえがき

製鉄所で発生する主な副産物として「製鋼スラグ」がある。排出直後の製鋼スラグには、数%の遊離石灰 (f-CaO) が含まれていることから、f-CaO が水と反応すると次式(1)に示すように発熱して水酸化カルシウム Ca(OH)_2 が生成される¹⁾。



f-CaO を含んだままの状態では路盤材料などに用いると、施工後、膨張によって路面が隆起する恐れもあることから、製鋼スラグを製鉄所構内の屋外で一定期間山積みをし、CaO を水と反応させるエージング処理が行われている。

ここで、エージング処理工程中に f-CaO が水と反応して Ca(OH)_2 となった後、 Ca(OH)_2 は大気中の二酸化炭素 CO_2 と接触する機会があることより、次式(2)に示すような反応を経て炭酸カルシウム CaCO_3 が生成¹⁾されている可能性が高い。



さらに、製鋼スラグ内で式(2)の反応が進行しているとすれば、製鋼スラグの pH が低下していることになる。

そこで、本研究では、製鋼スラグの pH 低減効果を室内において評価するために、室内エージング実験を最長 1 年間行い、エージング日数の経過にともなう pH、電気伝導率の推移を測定した。

2. 攪拌操作が製鋼スラグの pH、電気伝導率に及ぼす影響

実験には、新日鐵住金 (株) 大分製鉄所産の排出直後の未エージング製鋼スラグを用いた。室内エージング条件として製鋼スラグの含水比状態と攪拌の有無の組合せを表-1 に示す 6 通りに設定した。写真-1 は、室内エージング実験における加水および攪拌操作の状況を示す。所定の日数が経過した時点で試料を採取し、 $\text{pH(H}_2\text{O)}$ 、電気伝導率 χ を測定した。

図-1 は、室内エージング日数の経過にともなう $\text{pH(H}_2\text{O)}$ の推移を示す。図より、排出直後の製鋼スラグの $\text{pH(H}_2\text{O)}$ は 12.3 とアルカリ性を呈しているが、エージング日数の経過にともなっていずれの条件下でも $\text{pH(H}_2\text{O)}$ が低下していることキ

表-1 室内エージング実験時における製鋼スラグの含水比の状態と攪拌の有無の組合せ

含水比の状態	攪拌の有無
自然含水比 w_n (採取時の状態)	無
	有
炉乾燥 $w=0\%$ (採取後、直ちに 110°C で炉乾燥)	無
	有
含水比 $w=3\%$ (1 週間に 1 回加水)	有
含水比 $w=7\%$ (1 週間に 1 回加水)	有



(a) 自然含水比 w_n , (b) 自然含水比 w_n , (c) 含水比
炉乾燥($w=0\%$) 炉乾燥($w=0\%$) $w=3\%, 7\%$
+攪拌無 +攪拌有 +攪拌有

写真-1 室内エージング実験における加水および攪拌操作の状況

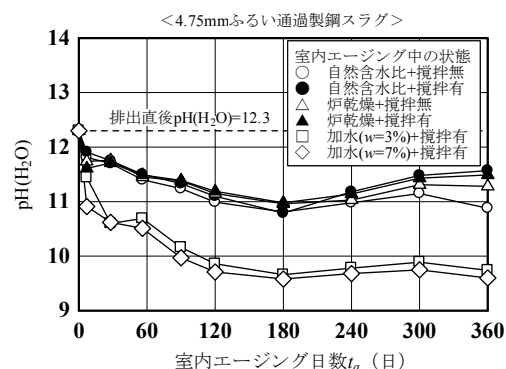


図-1 室内エージング日数の経過にともなう $\text{pH(H}_2\text{O)}$ の推移

ワード 製鋼スラグ, 室内エージング実験, 攪拌, 加水, pH, 電気伝導率

連絡先

〒870-0152 大分県大分市大字牧 1666 番地 TEL 097-552-7597

がわかる。

ここで、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ の推移に及ぼす含水比の違いに着目すると、自然含水比状態と炉乾燥状態で室内エージング実験を行った製鋼スラグは、攪拌の有無によらず $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ は徐々に低下して 180 日時点で $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) \approx 11$ を示しており、排出直後の $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ と比較すると約 1.3 低下していることになる。

一方、加水条件下の製鋼スラグでは、 $w=3\%$ は排出後 1 週間で $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})=11.4$ 、 $w=7\%$ は 10.9 と $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ が 0.9~1.4 低下しており、エージング初期段階 (1 週間) では含水比が高い方が $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ の低下割合は大きいことがわかる。しかしながら、28 日以降では含水比の違いによる差はとくに認められず、両者とも日数の経過にともなって $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ は徐々に低下しており、180 日時点では $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})=9.6$ となり、排出後の $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})=12.3$ と比較すると約 2.7 低下したことになる。

これより、 pH の低下には水の存在が必要不可欠であることが明らかとなった。

図-2 は、室内エージング日数の経過にともなう電気伝導率 χ の推移を示す。図より、エージング日数の経過にともなって電気伝導率は小さくなっていることがわかる。

図-3 は、室内エージング日数の経過にともなう $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ の推移をエージング日数 180 日を基準 (=1) として表したものである。図より、180 日以降の日数の経過にともなって $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})_{ta} / \text{pH}(\text{H}_2\text{O})_{ta=180 \text{ 日}}$ は増加していることがわかる。ここで、自然含水比および炉乾燥状態で比較すると、「攪拌有」の条件の方が「攪拌無」の条件よりも増加割合が大きく、自然含水比で攪拌を行った条件では室内エージング日数 360 日で 180 日の 1.07 倍となっていることがわかる。

一方、加水条件で比較すると、同様に攪拌を行った条件 ($w=3\%$, 7%) の増加割合は小さいことがわかる。

別途行った炭酸カルシウム含有率試験の結果より、エージング日数の経過にともなって炭酸カルシウム含有率が増加する傾向が認められた。この状態で 1 週間に 1 回の頻度で攪拌 (1 分 30 秒間) を繰り返す行いにより、粒子周囲に形成された炭酸カルシウム層が摩耗あるいは剥離し、結果として製鋼スラグ粒子内部から水酸化カルシウムが溶出したことにより自然含水比および炉乾燥状態で攪拌を行った場合 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ が高くなったものと推察される。

図-4 は、室内エージング日数の経過にともなう電気伝導率 χ の推移をエージング日数 180 日を基準として表したものである。図より、 $\chi_{ta} / \chi_{ta=180 \text{ 日}}$ は自然含水比および炉乾燥状態で「攪拌有」の条件のみが増加傾向を示しており、その他の条件では僅かに減少する傾向が認められた。

3. まとめ

製鋼スラグの pH 低減効果を室内において評価するために、室内エージング実験を最長 1 年間行ったところ、エージング日数の経過にともなって pH 、電気伝導率は低下することが明らかとなった。

【参考文献】 1) 無機マテリアル学会編：セメント・セッコウ・石灰ハンドブック，技報堂出版，1996。

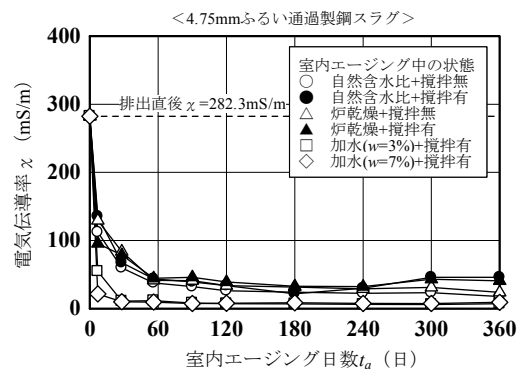


図-2 室内エージング日数の経過にともなう電気伝導率の推移

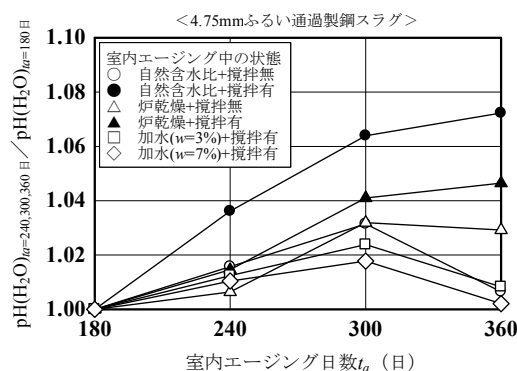


図-3 室内エージング日数の経過にともなう 180 日以降の $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ の推移

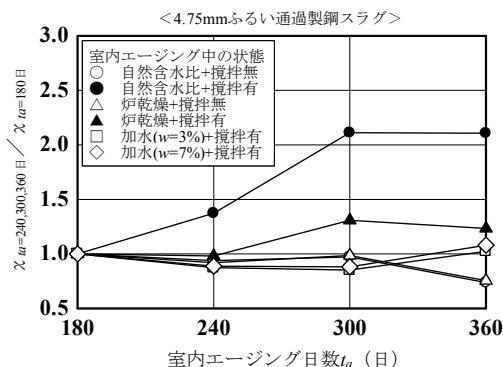


図-4 室内エージング日数の経過にともなう 180 日以降の電気伝導率の推移